

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL MULTIAGENTE PARA UNA FLOTA DE ROBOTS MÓVILES OMNIDIRECCIONALES

RISSO, Agustín; VIVIANI, Tomás; CRESPO, Martin; NACUSSE, Matías; JUNCO, Sergio.

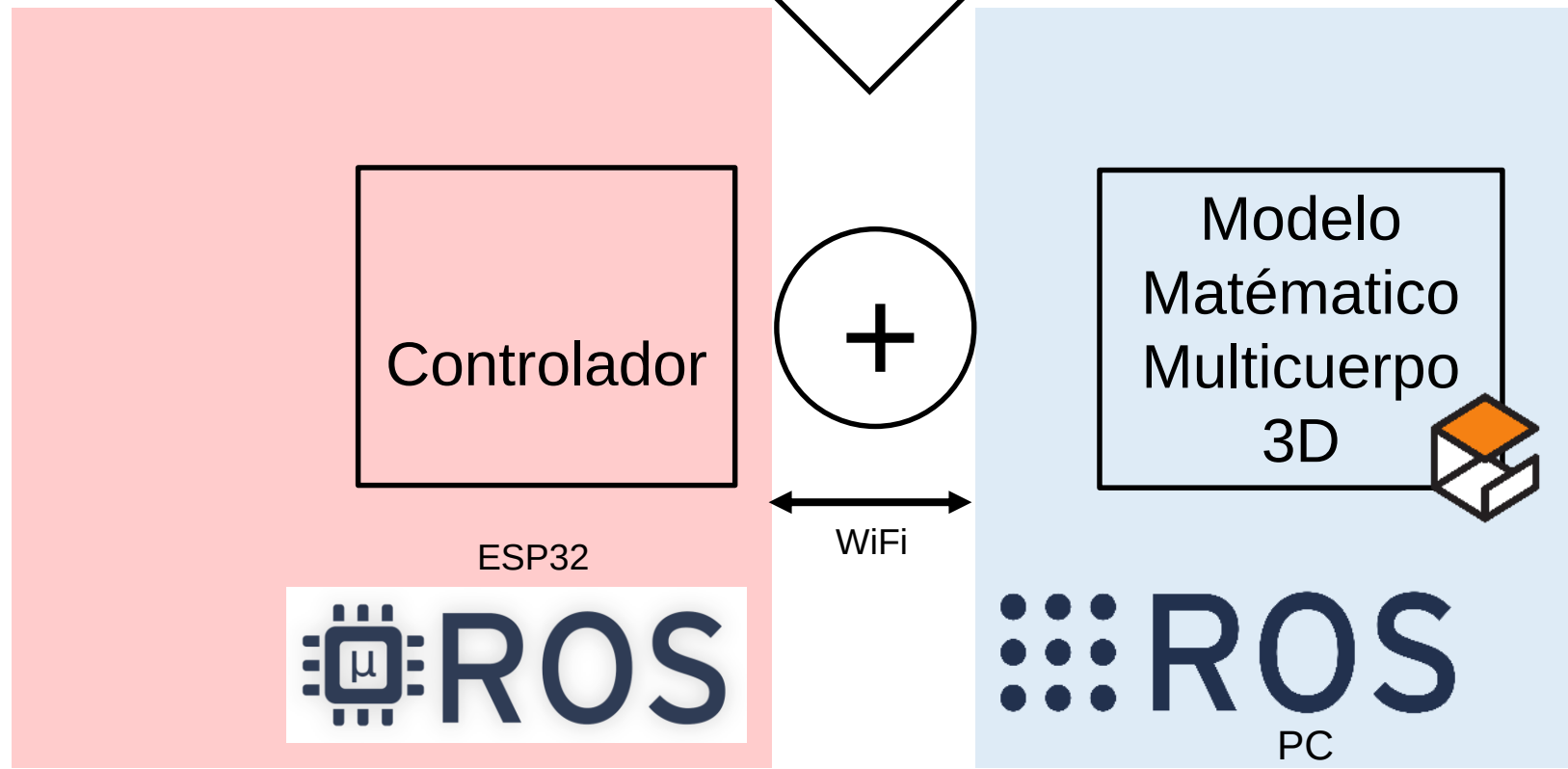
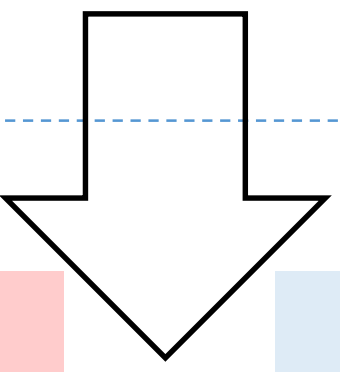
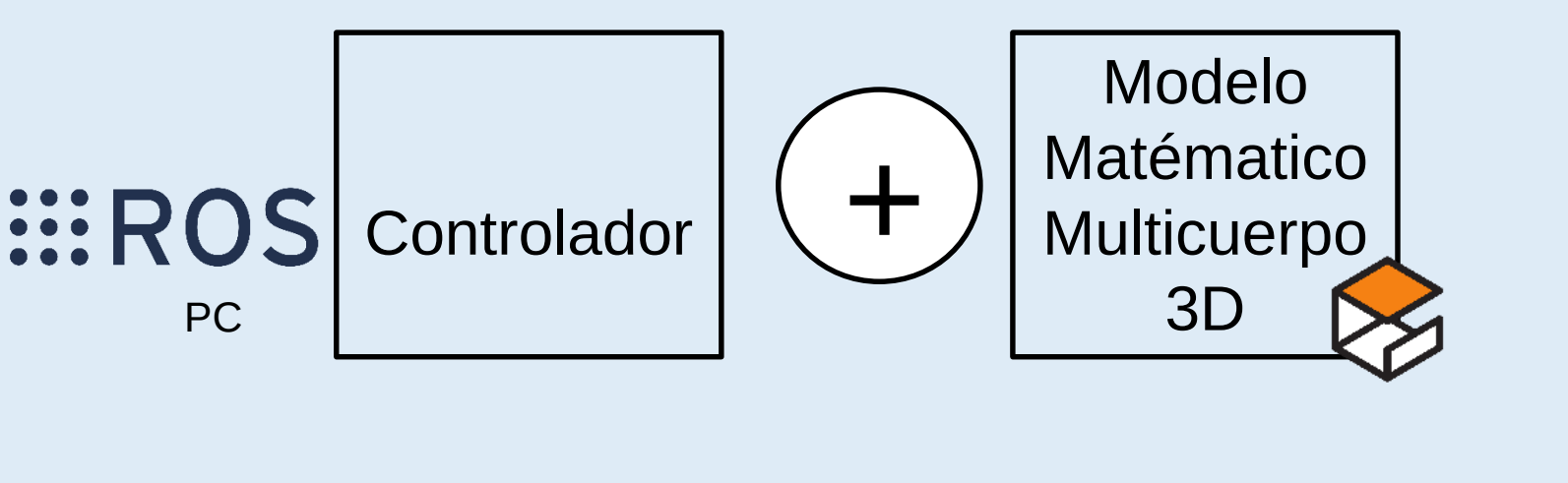
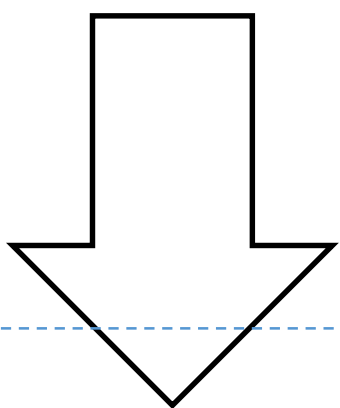
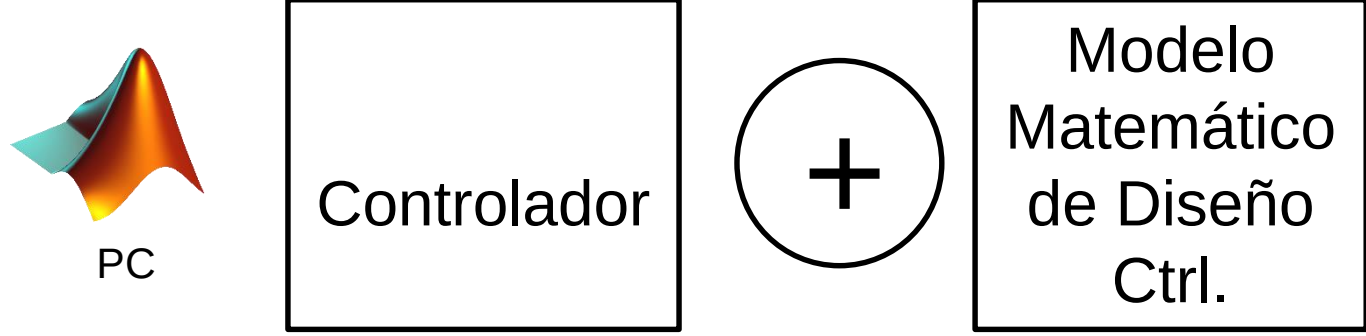
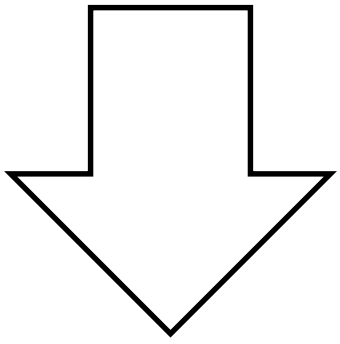
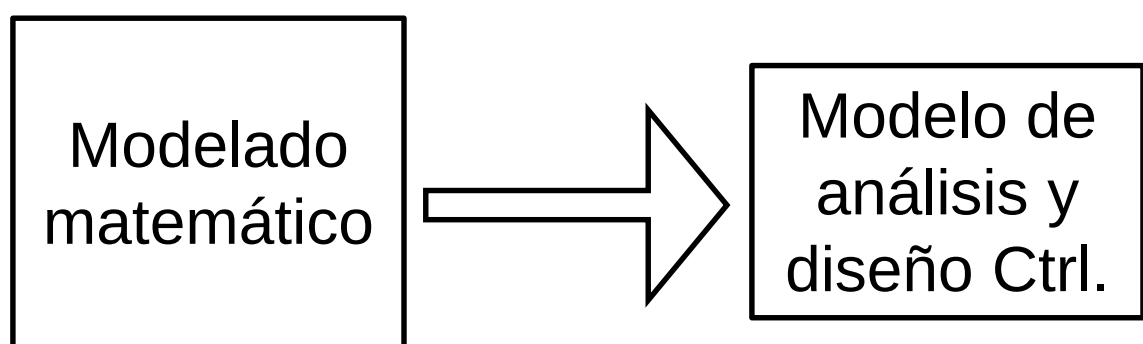
Laboratorio de Automatización y Control (LAC), Departamento de Control, FCEIA, UNR. Rosario, Argentina
agustinrisso98@gmail.com, tomasviviani@live.com.ar, {crespom, nacusse, sjunco}@fceia.unr.edu.ar

Palabras claves: Robótica; Control Multiagente.

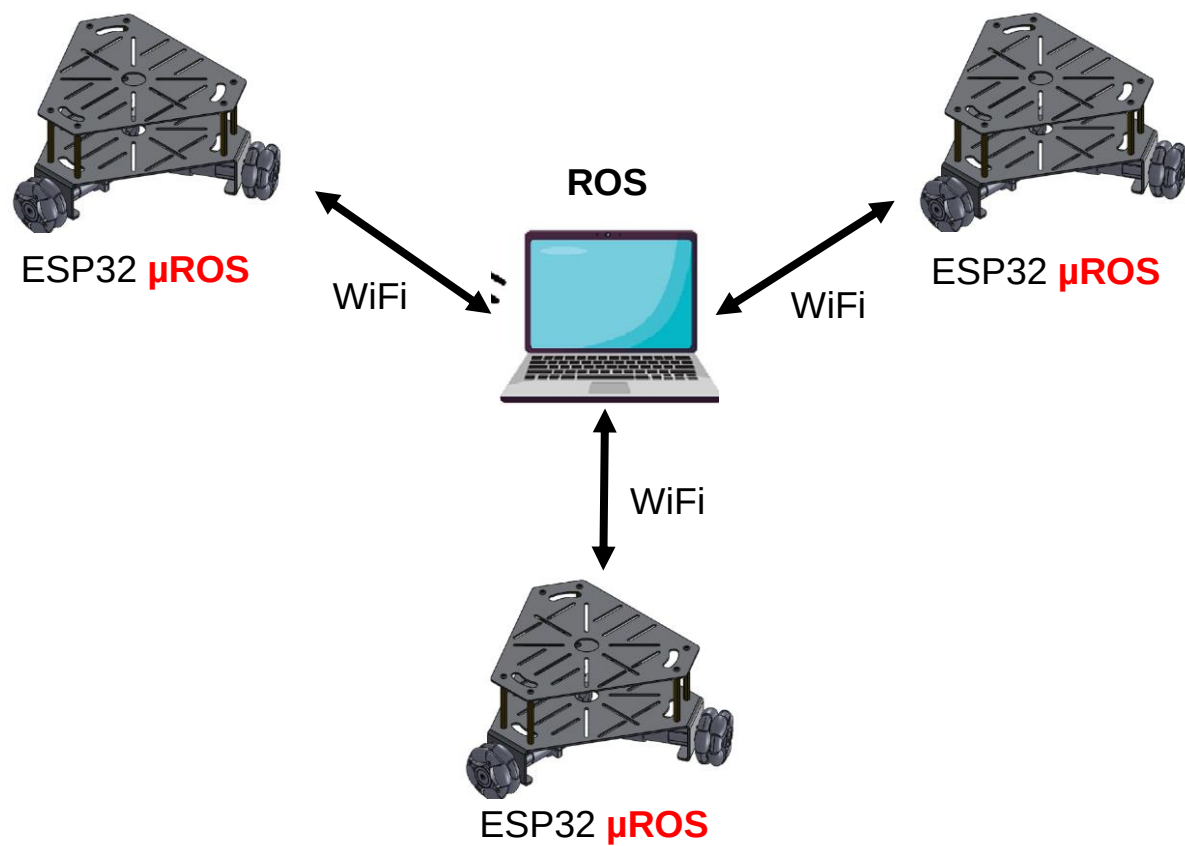
RESUMEN

Se presenta el diseño y la implementación de un sistema de control multiagente para una flota de robots móviles omnidireccionales, orientado a la ejecución coordinada de trayectorias predefinidas por una unidad central, estando la comunicación y el control desarrollados dentro del framework ROS (Robot Operating System). El sistema desarrollado, para cada uno de los robots, garantiza la prevención de colisiones entre agentes de la flota y/o con posibles obstáculos del entorno. El correcto desempeño de la flota se verificó a través de un conjunto de ensayos realizados mediante simulación numérica con modelos dinámicos con alto nivel de detalle y ensayos físicos experimentales.

METODOLOGÍA



Processor-in-the-Loop (PIL)

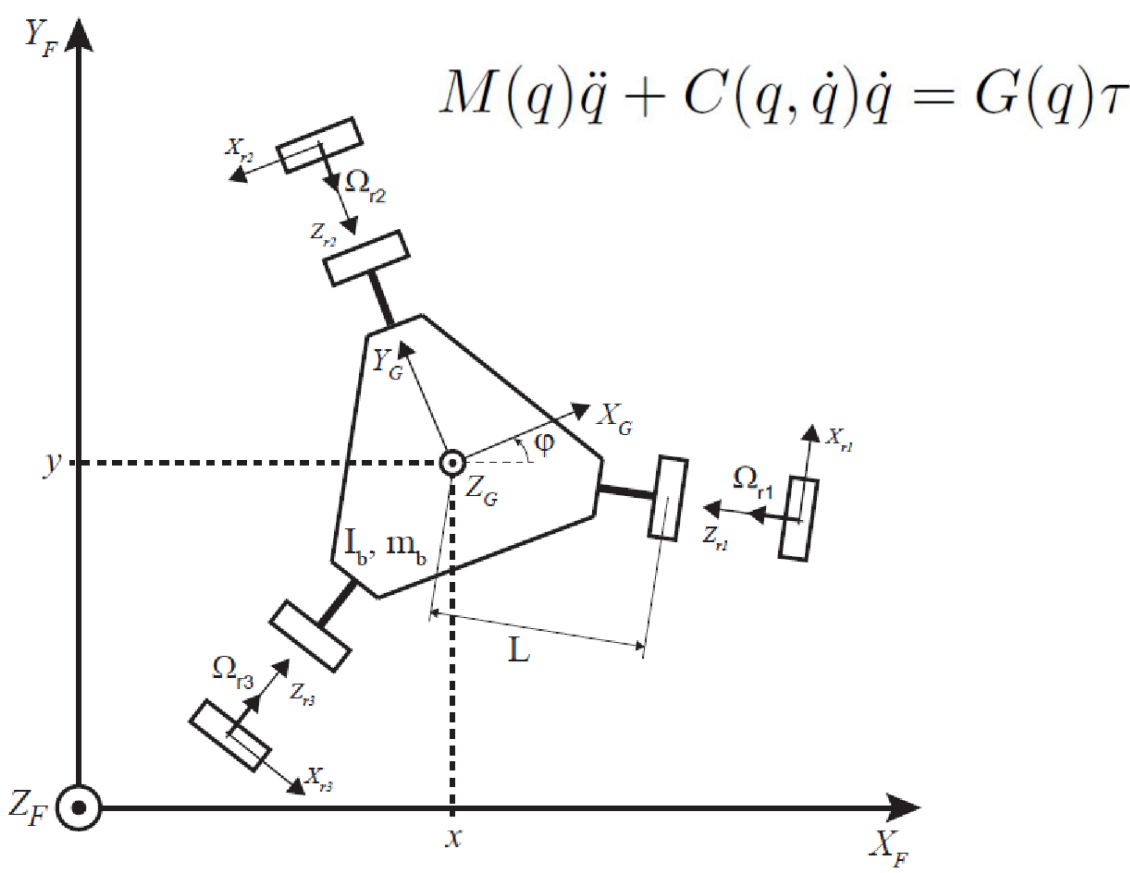


Implementación Física

RESULTADOS

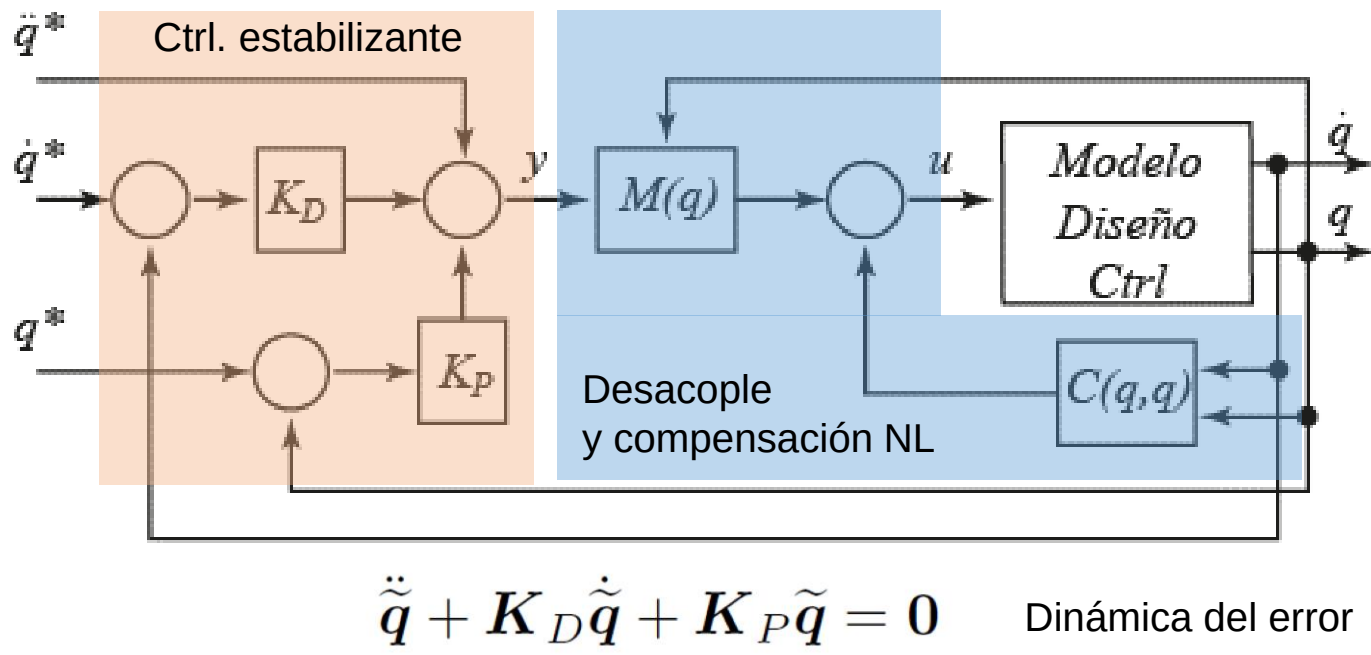
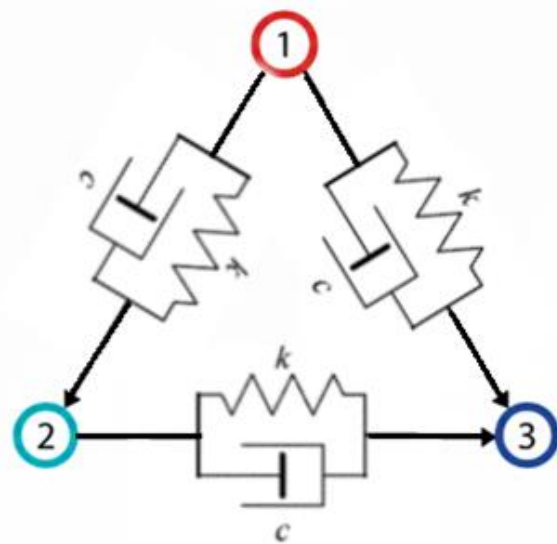
1. Diseño y validación del Modelo Matemático de Diseño (MMD)

Se desarrolló el Modelo Matemático de Diseño (MMD) de la base móvil omnidireccional, el cual fue validado mediante ensayos experimentales a lazo abierto: aplicando torques conocidos a las ruedas, se comparó la respuesta dinámica registrada con la obtenida en simulación, verificando la fidelidad del modelo.



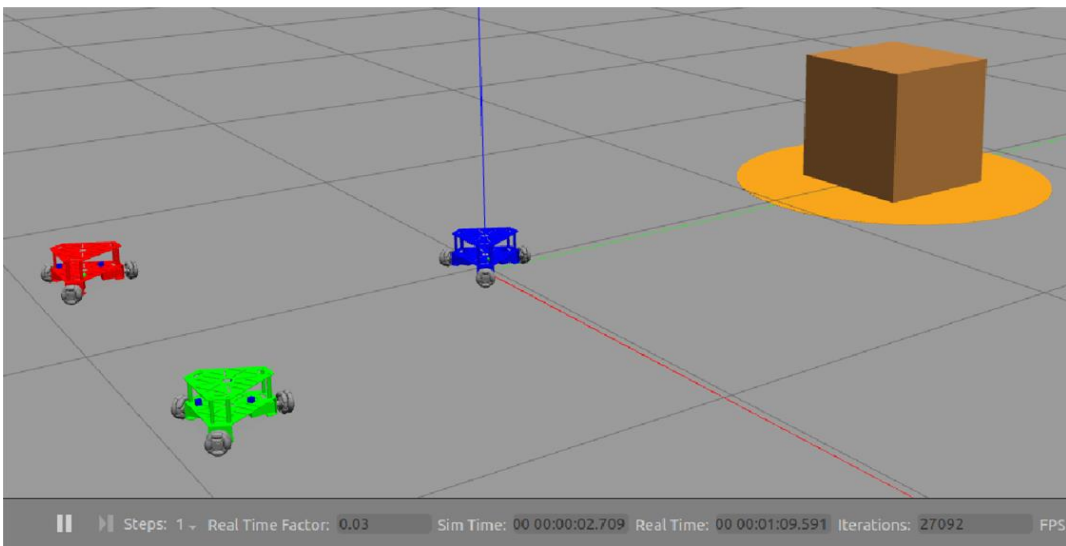
2. Diseño y simulación del sistema de control en MATLAB/Simulink

Sobre la base del modelo validado, se diseñaron e implementaron en MATLAB/Simulink los algoritmos de control multiagente, incluyendo los controladores de Tracking y el controlador MAS, que integra control de formación, seguimiento de líder y evasión de obstáculos. Además, se desarrolló un nodo para la prevención de colisiones en zonas de intersección de trayectorias.



3. Simulación del sistema de control en ROS2/Gazebo

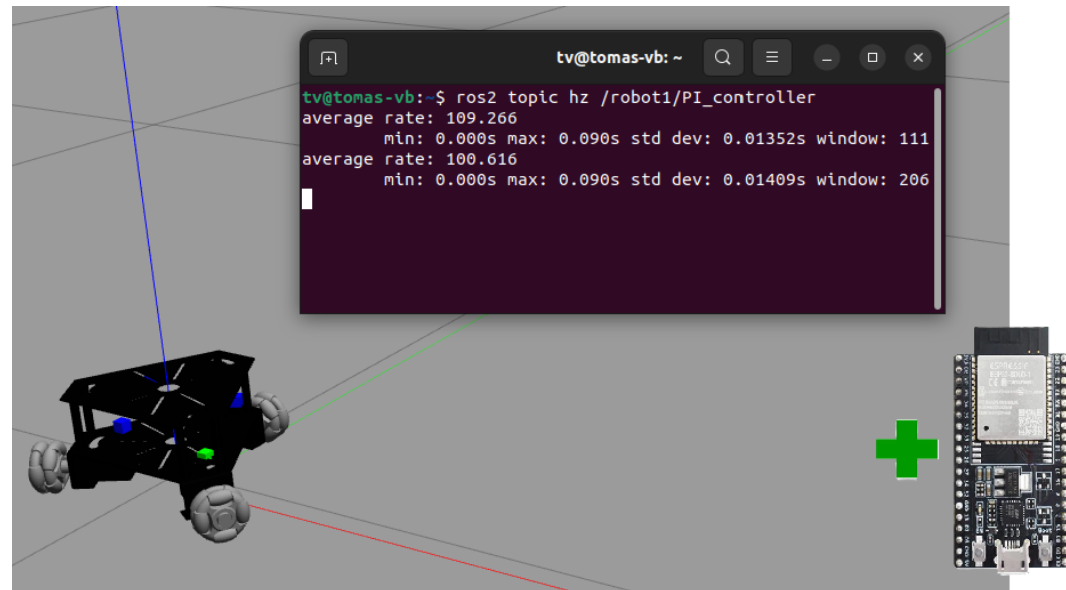
Para aproximar los ensayos a la implementación final, los algoritmos de control fueron migrados a ROS2 (Robot Operating System 2, framework de software para aplicaciones de robótica) y ejecutados en el simulador físico Gazebo. Esto permitió evaluar el desempeño de los controladores y la dinámica de la flota en condiciones más realistas.



4. Implementación control de bajo nivel y Processor-in-the-Loop

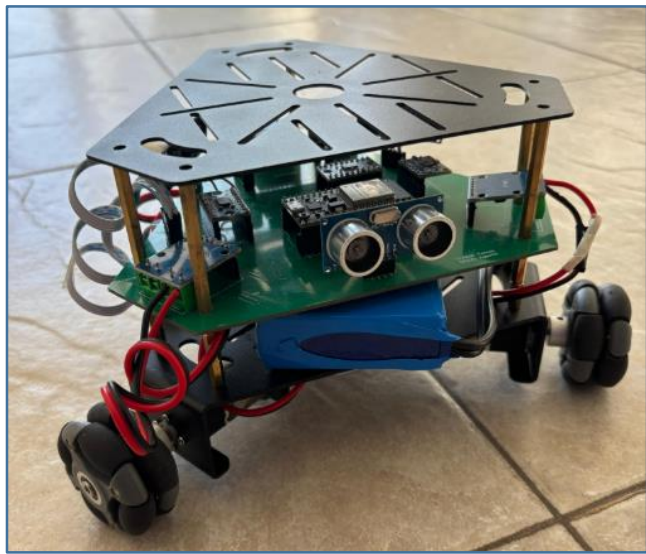
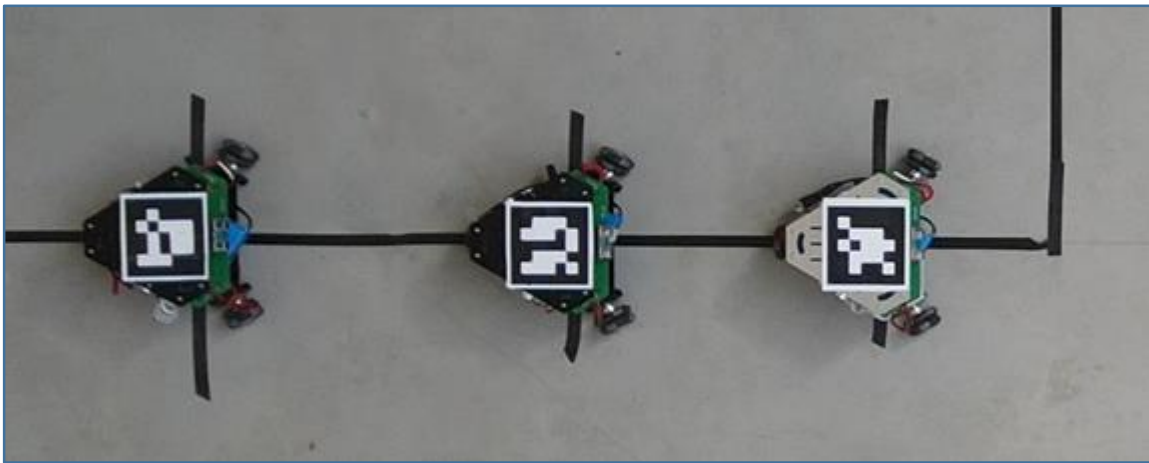
Se desarrollaron los algoritmos de control de bajo nivel que operan localmente en cada una de las bases, los cuales abarcan la adquisición/envío de datos de sus sensores y accionamiento de los actuadores.

Mediante la metodología Processor-in-the-Loop se verificó el intercambio de datos vía WiFi entre PC y microcontrolador a través de ROS2/micro-ROS, el cumplimiento de las tasas de muestreo y transmisión, así como la latencia y robustez del lazo distribuido, accionando sobre el modelo físico simulado.



5. Implementación del controlador multiagente sobre la flota real

Los ensayos realizados en las etapas previas se implementaron sobre la flota robótica real. Se evaluó el desempeño real del sistema y se validó frente a las simulaciones, verificando la precisión de los modelos empleados y las posibles discrepancias.



Resultados Experimentales



Información Adicional



CONCLUSIONES

Las cotas de error definidas para el seguimiento de trayectorias se cumplieron de manera consistente. La implementación del control en el framework ROS2 proporciona alta modularidad y escalabilidad, permitiendo futuras extensiones, como algoritmos de navegación más avanzados, integración de nuevos sensores y/o incorporación de técnicas de Inteligencia Artificial o Computer Vision.

FINANCIAMIENTO

PPCT-UNR - 80020220600083UR: “ Diseño, simulación y validación experimental numérica y física de estrategias de control de bases móviles y manipuladores móviles trabajando en sistemas robóticos multiagentes.”